

ББК 2 265-040.42-082-6
УДК 621.37

В.В. Зубарев, В.А. Мокрицкий, О.В. Поляруш, А.Н. Перегудов, А.А. Савельев

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНДИКАТОРОВ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ В БОРТОВЫХ СРЕДСТВАХ ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

Рассмотрены особенности современных микроэлектронных средств отображения информации наиболее пригодных для применения в бортовой аппаратуре. Проведен сопоставительный анализ их свойств и характеристик, в первую очередь – информационной емкости, быстродействия, надежности, коэффициента готовности, эргономичности, экономичности. Приведена обширная база данных по различным типам конструктивных вариантов индикаторов.

В связи с ростом затрат на проектирование, разработку и внедрение современных приборов, средств измерения и радиоэлектронной аппаратуры в настоящее время возникла необходимость создания методов и технических средств, которые позволяют осуществлять сравнительную и абсолютную оценку используемых в них комплектующих изделий электронной техники, в частности средств отображения информации (СОИ). Особое значение данная проблема приобретает в приборостроении для авиационной промышленности, поскольку к бортовым СОИ предъявляется целый ряд специфических требований по эргономике, экономичности, вибро- и удароустойчивости и т.п.

Поскольку в качестве выходных устройств СОИ используются индикаторы, они практически и определяют ее основное функциональное назначение.

Методы оценки индикаторов подразделяются на объективные, в которых используются теоретические и экспериментальные исследования средств отображения информации в комплексе, и субъективные (экспертные), где оценка связана с субъективными суждениями относительно качества индикатора, выносимыми человеком. Субъективные методы обладают рядом определенных достоинств. Однако разработка количественных объективных методов оценки приведет к ликвидации многих ошибок, возникающих на разных этапах разработки и проектирования СОИ.

Выбор количественных мер для оценки индикаторов является сложной задачей. Затруднена выработка общих методов из-за различного назначения индикаторов. В различных областях применения набор факторов среды, воздействующих на оператора, различается, и совместный учет их полезных раздражителей крайне сложен. Между параметрами существуют сложные взаимосвязанные соотношения, которые трудно оценить количественно.

Крайне сложно разработать методы моделирования, позволяющие экстраполяцией полученных данных установить, будет ли соответствовать моделируемый индикатор определенным требованиям.

Индикаторы различных типов можно классифицировать по ряду признаков:

- виду отображаемой информации;
- расстоянию наблюдения и числу наблюдателей;
- помехоустойчивости;
- числу знакомств;
- способу преобразования энергии;

Сводная таблица условий эксплуатации для различных типов индикаторов

Параметры	Типы индикаторов																												
	единичные				шкальные				цифровые одноразрядные				цифровые многоразрядные				буквенно- цифровые				мнемони- ческие			графические					
	ВЭЛ	ГР	СИД	ЭЛИ	ВЭЛ	ГР	СИД	ЭЛИ	ВЭЛ	ГР	ЖКИ	СИД	ЭЛИ	ВЭЛ	ГР	ЖКИ	СИД	ВЭЛ	ГР	ЖКИ	СИД	ЭЛИ	ВЭЛ	ЖКИ	ЭЛИ	ВЭЛ	ГР	СИД	ЭЛИ
Вибрационные нагрузки: Диапазон частот, Гц	1-600	10-2500	2-2500	1-3000	1-600	0,5-2500	1-5000	1-5000	1-600	1-1000	1-80	1-600	1-3000	1-600	1-2000	—	1-600	1-600	10-200	1-600	1-600	1-200	1-250	1-80	1-600	1-600	1-600	1-500	1-500
g, не более	10	10	15	20	2	7	40	10	2	5	5	10	20	2	5	—	10	2	10	10	10	15	10	5	15	2	5	40	10
Многokратные ударные нагрузки: g, не более	75	75	150	75	15	2	150	40	—	40	15	150	75	15	—	75	75	—	40	40	75	40	40	15	40	15	40	150	15
Длительность удара, мс	2-10	2-6	2-6	2-6	2-15	15	1-3	2-10	—	10	2-15	1-3	2-10	15	—	2-6	2-6	—	2-10	2-10	2-6	2-10	2-10	—	10	15	10	1-3	2-15
Одиночные ударные нагрузки: g, не более	10	50	100	150	—	150	100	150	—	150	—	—	150	—	4	150	—	—	150	—	—	150	150	—	150	—	150	150	100

Примечание. В табл. 1 и 2 приняты следующие сокращения: ВЭЛ – вакуумные электролюминесцентные; ГР – газоразрядные; СИД – полупроводниковые светоизлучающие диоды; ЭЛИ – электролюминесцентные; ЖКИ – жидкокристаллические; З – зеленый; Ж – желтый; К – красный; С – синий; Б – белый.

Параметры	Типы индикаторов																													
	единичные				шкальные				цифровые одноразрядные				цифровые многораз- рядные				буквенно- цифровые				мнемони- ческие				графические					
	ВЭЛ	ГР	СИД	ЭЛИ	ВЭЛ	ГР	СИД	ЭЛИ	ВЭЛ	ГР	ЖКИ	СИД	ЭЛИ	ВЭЛ	ГР	ЖКИ	СИД	ЭЛИ	ВЭЛ	ЖКИ	ЭЛИ	ВЭЛ	ГР	СИД	ЭЛГ					
Длительность удара, мс	1-3	1-2	—	1-3	—	3	0,2-1	1-3	—	3	—	—	1-3	—	40-60	1-3	—	—	1-8	—	—	1-3	1-3	—	3	—	3	—	0,2-1	20-50
Температура окру- жающей среды, °С	-60...+85	-60...+85	-10...+70	-60...+70	-45...+70	-60...+60	-60...+70	-60...+70	-45...+70	-60...+85	-10...+55	-60...+70	-60...+70	-45...+70	-5...+50	+1...+50	-25...+55	+700...-	-60...+70	-10...+50	-10...+60	-45...+70	-60...+85	—	-60...+65	-60...+85	-60...+85	-60...+70	-10...+55	
Относительная влажность при T=+35 °С, не более	95	95	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	—	98	—	98	98	98	98	98	—	98	
Пониженное атмосферное давление, Па	666	666	666	666	—	666	0,00013	666	—	666	69900	26999	666	—	—	—	26999	—	666	—	—	53300	0,00013	70126	53300	—	666	0,00013	53300	
Повышенное давление воздуха, Па	294 198	294 198	294 198	294 198	—	297 198	294 198	294 198	—	294 198	—	—	—	—	—	—	297 198	—	297 198	—	—	—	145 599	—	—	—	297 198	294 198	—	

Сводная таблица характеристик различных типов индикаторов

Параметры	Типы индикаторов																												
	единичные				шкальные				цифровые одноразрядные				цифровые многораз- рядные				буквенно- цифровые				мнемони- ческие			графические					
	ВЭЛ	ГР	СИД	ЭЛИ	ВЭЛ	ГР	СИД	ЭЛИ	ВЭЛ	ГР	ЖКИ	СИД	ЭЛИ	ВЭЛ	ГР	ЖКИ	СИД	ВЭЛ	ГР	ЖКИ	СИД	ЭЛИ	ВЭЛ	ЖКИ	ЭЛИ	ВЭЛ	ГР	СИД	ЭЛИ
Яркость индикатора, кд/м ² , не менее (контрастность ЖКИ)	700	80	10	85-1000	250	30	—	25-250	500	80	83,3 %	350	650	900	100	83,3 %	—	450	200	90%	—	600	800	83,3 %	600	500	300	—	420
Неравномерность яркости свечения, %	±50	—	—	—	—	—	—	±10	—	±50	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	16	—	—	—	—	±50	—	—
Время готовности, с (реакции, релаксации ЖКИ)	0,5	2	—	—	—	1	—	—	—	90	800	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Цвет свечения	—	—	Ж	З	К	—	К	К	З	З	—	К	З	З	К	—	К	З	—	—	К	З	З	—	З	З	З	К	З
Наработка на отказ, ч	20000	7500	10000	5000	10000	2000	25000	15000	3000	5000	10000	10000	1000	10000	3000	15000	15000	3000	5000	10000	12000	3000	10000	10000	500	5000	5000	25000	1000

- физическому принципу, положенному в основу работы;
- конструктивному оформлению;
- материалу корпуса и др.

Как комплектующий элемент, на базе которого конструируются узлы, блоки и устройства, индикатор должен отвечать определенным объемно-массовым, габаритным и экономическим требованиям. Эксплуатация и хранение индикаторов осуществляются под воздействием внешних факторов, что приводит к необходимости обеспечения требуемой устойчивости. При проектировании СОИ остро ощущается потребность проведения оценки эффективности применения индикаторов и дисплеев. Проведение такой оценки необходимо до промышленного изготовления приборов.

Под эффективностью применения индикаторов в СОИ понимают исполнение ими функционального назначения с наименьшими энергетическими, конструктивно-габаритными и экономическими затратами. В общем случае задача оценки эффективности применения индикаторов формулируется следующим образом. Из общей совокупности индикаторов необходимо выбрать прибор, обеспечивающий наиболее эффективное выполнение функционального назначения СОИ. Данную задачу можно решить, используя положение теорий множеств и отношений.

Для хранения и быстрого поиска информации о типах экранов, дисплеев и индикаторов, а также об их основных эксплуатационных и светотехнических характеристиках разработана реляционная база данных (БД) «LIGHT», в которую занесены основные характеристики индикаторов различных типов и условия их эксплуатации. Для управления БД «LIGHT» с помощью компьютера на языке программирования DELPHI для OS WINDOWS-95 разработана программа «FLESH», которая позволяет добавлять новые данные в базу, осуществлять поиск индикаторов по заданным критериям, а также выводить сравнительные характеристики отдельных типов индикаторов в виде таблиц и диаграмм.

Программа выполнена в виде одной основной формы, представленной как MDI-окно (наряду с главным окном существует и набор вспомогательных окон, которыми можно управлять из главного), и трех форм, представленных как диалоговые окна. Первое окно «Дисплеи» выводит информацию о типах экранов и их характеристиках. Информация о назначении экранов и типе представлена в виде двух визуальных компонентов DBGrid, а светотехнические и эксплуатационные характеристики – в виде компонентов DBEdit. Для передвижения по записям, а также добавления и удаления используют DBNavigator.

В результате компьютерного анализа были получены сводные таблицы (табл. 1 и 2) эксплуатационных и светотехнических характеристик. Из них следует, что тонкопленочные электролюминесцентные структуры (ТПЭЛС) являются одними из самых конкурентоспособных устройств для создания плоских устройств отображения информации, особенно для бортовых систем. Это обусловлено такими свойствами индикаторов, как плоская безвакуумная твердотельная конструкция, небольшая потребляемая мощность, высокие стабильность, разрешающая способность и контрастность, продолжительный срок службы, совместимость технологий создания ТПЭЛС и гибридных пленочных микросхем. Кроме того, данные индикаторы имеют высокую ударо- и вибропрочность конструкции.

Таким образом, наиболее перспективными для использования в бортовой аппаратуре следует считать СОИ, созданные на базе технологии ТПЭЛС.

Валерій Володимирович Зубарев (1951) закінчив Одеський політехнічний інститут у 1973 році. Кандидат технічних наук, заступник міністра Мінпромполітики. Спеціалізується в галузі надійності та новітніх технологій у радіоелектроніці. Автор 21 наукової статті.

Valeryi V. Zubarev (b. 1951) graduated from Odessa Polytechnical Institute (1973). PhD (Eng), Deputy Minister of Ministry of Industrial Policy. Specializes in the field of reliability and the most new technologies in radioelectronics. Author of 21 publications.

Вадим Анатолійович Мокрицький (1937) закінчив Одеський політехнічний інститут у 1961 році. Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри "Мікроелектроніка" Одеського політехнічного університету. Спеціалізується в галузі фізики і технологій матеріалознавства в мікроелектроніці. Автор 82 наукових статей та 5 монографій.

Vadim A. Mokritskyi (b. 1937) graduated from Odessa Polytechnical Institute (1961). DSc (Eng), professor, Head of Microelectronics Department of Odessa Polytechnical University. Specializes in the field of physics and technologies of materials study in microelectronics. Author of 82 publications and 5 monographs.

Ольга Віталіївна Полярush (1971) закінчила Одеський державний університет у 1992 році. Кандидат технічних наук, асистент кафедри "Мікроелектроніки" Одеського політехнічного університету. Спеціалізується в галузі фізики і технологій матеріалознавства в мікроелектроніці. Автор 16 наукових статей.

Olga V. Polyarush (b. 1971) graduated from Odessa State University (1992). PhD (Eng), assistant of Microelectronics Department of Odessa Polytechnical University. Specializes in the field of physics and technologies of materials study in microelectronics. Author of 16 publications.

Олександр Миколайович Перегудов (1952) закінчив Київський технологічний інститут легкої промисловості в 1974 році. Директор АТ "Завод "Маяк". Спеціалізується в галузі надійності та новітніх технологій у радіоелектроніці. Автор 7 наукових статей.

Olexandr M. Peregudov (b. 1952) graduated from Kyiv Technological Institute of Light Industry (1974). Director of Joint-Stock Society "Mayak" Plant". Specializes in the field of reliability and the newest technologies in radioelectronics. Author of 7 publications.

Андрій Олександрович Савельєв (1968) закінчив Одеський політехнічний інститут у 1992 році. Кандидат технічних наук, старший викладач Одеського політехнічного університету. Спеціалізується в галузі фізики і технологій матеріалознавства в мікро-електроніці. Автор 12 наукових статей.

Andrei O. Saveliev (b. 1969) graduated from Odessa Polytechnical Institute (1992). PhD (Eng), senior teacher of Odessa Polytechnical University. Specializes in the field of physics and technologies of materials study in microelectronics. Author of 12 publications